

DE 3407618 A1

L2 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2004 THOMSON DERWENT on STN
TI Measurement appts. for force between relatively movable machine parts -
has force measurement elements at axial intervals in machine bore, each
arranged in lateral recess in probe.

PI DE 3407618 A 19850912 (198538)* 17p <--

AB DE 3407618 A UPAB: 19930925

The appts. comprises a force measurement element mounted without play in a recess of a partial force transfer machine element (1). Several force measurement elements (7) are mounted at axial intervals in a bore (1a) in the machine element (1).

Each force measurement element is arranged in a lateral recess in a cylindrical measurement probe and clamped without play by two axially opposed wedge elements (8,9), and (8) of which is adjustable by a set screw (10).

USE/ADVANTAGE - For monitoring cyclically recurring production processes. Allows force characteristics to be measured in several sectional planes of machine element at very low cost without changing nature of partic. machine.

1/3



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3407618 A1

51 Int. Cl. 4:
G 01 M 13/00

21 Aktenzeichen: P 34 07 618.2
22 Anmeldetag: 1. 3. 84
43 Offenlegungstag: 12. 9. 85

DE 3407618 A1

71 Anmelder:
Brankamp, Klaus, Prof. Dr.-Ing., 4006 Erkrath, DE

74 Vertreter:
Stenger, A., Dipl.-Ing.; Watzke, W., Dipl.-Ing.; Ring,
H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4000 Düsseldorf

72 Erfinder:
Brankamp, Klaus, Prof. Dr.-Ing., 4006 Erkrath, DE;
Bongartz, Heinz Bertram, Dr.-Ing., 4000 Düsseldorf,
DE

Behördeneigentum

54 Vorrichtung zur Erfassung einer zwischen zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen auftretenden Kraft

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung einer vorzugsweise zwischen zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen auftretenden Kraft für die Überwachung insbesondere zyklisch wiederkehrender Produktionsprozesse, beispielsweise durch Umformung oder Zerspanung, mit mindestens einem Kraftmeßelement zur Erfassung einer signifikanten Teilkraft, vorzugsweise in Form von Materialspannungen, in mindestens einem der Maschinenteile, wobei das Kraftmeßelement in eine Aussparung eines mindestens eine Teilkraft übertragenden Maschinenelements eingesetzt und spielfrei festgelegt ist. Um die Materialspannungen im Maschinenelement in unterschiedlichen Schnittebenen messen zu können, sind in eine Bohrung des Maschinenelements mehrere Kraftmeßelemente in axialem Abstand voneinander eingesetzt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist jedes Kraftmeßelement in einer seitlichen Aussparung einer zylindrischen Meßsonde angeordnet und durch zwei in axialer Richtung der Meßsonde gegeneinander verstellbare Keilelemente spielfrei in der Bohrung eingespannt.

DE 3407618 A1

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Vorrichtung zur Erfassung einer vorzugsweise zwischen zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen auftretenden Kraft für die Überwachung insbesondere zyklisch wiederkehrender Produktionsprozesse, beispielsweise durch Umformung oder Zerspanung, mit mindestens einem Kraftmeßelement zur Erfassung einer signifikanten Teilkraft, vorzugsweise in Form von Materialspannungen, in mindestens einem der Maschinenteile, wobei das Kraftmeßelement in eine Aussparung eines mindestens eine Teilkraft Übertragenden Maschinenelements eingesetzt und spielfrei festgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, daß in eine Bohrung (1a) des Maschinenelements (1) mehrere Kraftmeßelemente (1) in axialem Abstand voneinander eingesetzt sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Kraftmeßelement (1) in einer seitlichen Aussparung (2b) einer zylindrischen Meßsonde (2) angeordnet und durch zwei in axialer Richtung der Meßsonde (2) gegeneinander verstellbare Keilelemente (8,9) spielfrei in der Bohrung (1a) eingespannt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Kraftmeßelement (1) zwischen der Wandung der Meßsonde (2) und einem in axialer Richtung in der Aussparung (2b) festgelegten Keilelement (8) durch das zweite Keilelement (9) eingespannt ist, das innerhalb der Aussparung (2b) in axialer Richtung relativ zur Meßsonde (2) verstellbar ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jedes in axialer Richtung verstellbare Keilelement (9) durch eine Madenschraube (10) antreibbar ist, die in einer axialen Gewindebohrung (2c) der Meßsonde (2) angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Madenschrauben (10) sämtlicher Kraftmeßelemente (1) in einer gemeinsamen Gewindebohrung (2c) angeordnet und jeweils mit einem durchgehenden Innensechskant (10a) ausgebildet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jedes in axialer Richtung verstellbare Keilelement (9) durch eine Feder (11) belastet ist, die auf einer allen Kraftmeßelementen (1) zugeordneten Schubstange (12) angeordnet ist, welche in einer durchgehenden Axialbohrung (2d) in der Meßsonde (2) axial verstellbar angeordnet und mit Anschlagringen (12a) für die Federn (11) ausgestattet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die verstellbaren Keilelemente (9) mit einer Durchgangsbohrung (9a) für die Schubstange (12) versehen sind, deren Durchmesser größer als der der Schubstange (12) und kleiner als der Außendurchmesser der Anschlagringe (12a) ist.
8. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßsonde (2) in der Bohrung (1a) des Maschinenelements (1) durch zwei Keilringe (3,4) festgelegt ist, die in einem erweiterten Teil (1b) der Bohrung (1a) angeordnet und in axialer Richtung der Meßsonde (2) relativ zueinander verstellbar sind.

Kaiser-Friedrich-Ring 70
D-4000 DÜSSELDORF 11

3407618

3.

PATENTANWÄLTE
DIPL.-ING. ALEX STENGER
DIPL.-ING. WOLFRAM WATZKE
DIPL.-ING. HEINZ J. RING
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

Unser Zeichen: 25 063

Datum: 28. Februar 1984

Professor Dr.-Ing. Klaus Brankamp, Sperberweg 10, 4006 Erkrath 1

Vorrichtung zur Erfassung einer zwischen zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen auftretenden Kraft

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung einer vorzugsweise zwischen zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen auftretenden Kraft für die Überwachung insbesondere zyklisch wiederkehrender Produktionsprozesse, beispielsweise durch Umformung oder Zerspanung, mit mindestens einem Kraftmeßelement zur Erfassung einer signifikanten Teilkraft, vorzugsweise in Form von Materialspannungen, in mindestens einem der Maschinenteile, wobei das Kraftmeßelement in eine Aussparung eines mindestens eine Teilkraft Übertragenden Maschinenelements eingesetzt und spielfrei festgelegt ist.

Bei der Herstellung von Teilen ist es in der Mehrzahl der Fälle erforderlich, die endgültige Form der Teile dadurch zu erzeugen, daß Rohlingen oder Zwischenprodukten eine entsprechende Form gegeben wird. Bei einer derartigen Formgebung zur Herstellung von Teilen finden überwiegend solche Prozesse Anwendung, bei denen die Formgebung durch eine Krafteinwirkung zwischen einem Werkzeug und dem Werkstück abläuft. Die Formgebung kann hierbei

entweder durch eine Umformung oder Abformung des Werkstückes an der Werkzeugkontur erfolgen oder durch spanabhebende Prozesse, bei denen ausgehend von einem Rohteil das überflüssige Werkstoffvolumen mittels geeigneter Werkzeuge bis zur Fertigungskontur abgetragen wird. In beiden Fällen treten zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück Prozeßkräfte auf, welche die Formgebung bewirken.

Für derartige Formgebungsprozesse ist es kennzeichnend, daß zwischen den bei der Formgebung wirkenden Kräften und der erzeugten Formgestalt des Werkstückes Korrelationen bestehen, die es ermöglichen, aus dem Verhalten der Prozeßkräfte Rückschlüsse zu ziehen, insbesondere darauf, ob der Formgebungsvorgang ordnungsgemäß, d.h. in seiner Gesamtheit in der vorgesehenen Art und Weise abläuft.

Aus der deutschen Patentschrift 2 643 759 ist ein Verfahren zur Überwachung zyklisch wiederkehrender Produktionsprozesse bekannt, das mit Hilfe der Prozeßkräfte als Überwachungsgrößen gestattet, Produktionsmaschinen automatisch zu überwachen. Dieses Verfahren hat sich zwischenzeitlich in der Praxis bewährt und breiten Eingang in der Industrie gefunden.

Für die Anwendung dieses Verfahrens ist es Voraussetzung, daß aus dem jeweiligen Produktionsprozeß für das Prozeßverhalten signifikante Informationen gewonnen werden. Die Qualität der Produktionsüberwachung ist hierbei umso besser, je signifikanter die Informationen sind. Durch eine Reihe von Untersuchungen konnte zwischenzeitlich bestätigt werden, daß die signifikantesten Informationen für die Produktionsüberwachung aus den voranstehend genannten Prozeßkräften gewonnen werden können, weil hier die eindeutigsten Korrelationen zwischen dem Verhalten der Kräfte und dem Ablauf des Formgebungsvorganges vorliegen.

Um die beim Produktionsprozeß zwischen Werkzeug und Werkstück auftretenden Kräfte erfassen zu können, ist es bekannt, die zwischen zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen auftretenden Kräfte zu erfassen, indem die Auswirkung der jeweiligen Kraft auf ein zwischen den beiden Maschinenteilen befindliches Zwischenteil ermittelt wird. Die Krafteinwirkungen auf dieses Zwischenteil werden in elektrische Signale umgesetzt, so daß ausschließlich derartige elektrische Signale ausgewertet werden müssen. Die Umsetzung der Krafteinwirkungen in elektrische Signale ist entweder nach dem piezo-elektrischen Meßverfahren oder unter Anwendung von Dehnungsmeßstreifen möglich. Beim piezo-elektrischen Meßverfahren werden Quarzscheiben mit Druck belastet, wobei die bei der Druckbelastung der Quarzscheiben entstehenden Ladungen auf der Quarzoberfläche direkt proportional dem Kraftverlauf sind. Bei dem Umsetzungsverfahren unter Verwendung von Dehnungsmeßstreifen werden diese Dehnungsmeßstreifen auf einen kraftbeaufschlagten Teil derart angebracht, daß sie die Dehnung oder Stauchung dieses Teils mitmachen. Die Dehnungen oder Stauchungen führen zu einer Widerstandsänderung der im Dehnungsmeßstreifen vorhandenen Drahtschleifen, wodurch kraftproportionale elektrische Signale gewonnen werden.

Zur Erfassung einer zwischen zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen auftretenden Kraft für die Überwachung von Produktionsprozessen war es bisher üblich, ein spezielles Zwischenenteil zu schaffen, welches in den Kraftfluß zwischen den zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen eingeschaltet wurde und die gesamten Kräfte zwischen den beiden Maschinenteilen übertrug. Aus der deutschen Patentschrift 2 814 988 ist beispielsweise eine Vorrichtung zur Erfassung einer zwischen zwei gegeneinander bewegbaren Maschinenteilen auftretenden Kraft bekannt, bei der das Zwischenteil mit den in einem Maschinenteil auftretenden Gesamtkräften belastet wird und zur Vermeidung einer Überbelastung in einer für das Zwischenteil geschaffenen Trennebene des Maschin-

teils unter Bildung eines Spaltes derart angeordnet wird, daß der Spalt bei Erreichen einer vorgegebenen Kraft geschlossen wird. Das mit Kraftmeßelementen, beispielsweise Dehnmeßstreifen, versehene Zwischenteil wird auf diese Weise gegen Überlastung geschützt.

Bei den bekannten Vorrichtungen war es deshalb erforderlich, die Konzeption der jeweils zu überwachenden Maschine zu ändern, um ein mit Meßelementen versehenes Zwischenteil in den Kraftfluß der Maschine einzuschalten. Durch diese Zwischenteile mußten die vollen Prozeßkräfte für den Formgebungsvorgang übertragen werden, solange ein vorgegebener Wert nicht überschritten wird.

Diese bekannten Maßnahmen zur Durchführung des Überwachungsverfahrens sind umständlich und aufwendig, weil in vielen Maschinen kein Platz zur nachträglichen Unterbringung von mit Kraftmeßelementen versehenen Zwischenteilen zur Verfügung steht und oftmals eine Änderung der Maschinenkonstruktion zwecks Einbringung von Zwischenteilen zu aufwendig ist. Außerdem wird häufig der Arbeitsbereich der Maschine durch derartige Zwischenteile eingeschränkt, beispielsweise durch eine Verkürzung der Hubhöhe bei Pressen. Aus diesem Grunde wurde bereits vorgeschlagen, als Soll- und Istwerte der zu überwachenden Kraft signifikante Teilkräfte in Form von Materialspannungen in mindestens einem der Maschinenteile zu erfassen. Auch in diesem Fall war es jedoch erforderlich, vorhandene Maschinenelemente zwecks Einbringung von Kraftmeßelementen umzubauen oder durch Spezialanfertigungen zu ersetzen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, die es ohne Eingriff in die Konzeption der jeweiligen Maschine gestattet, die Kraftverhältnisse in mehreren Schnittebenen eines Maschinenelements

mit geringstmöglichen Aufwand zu erfassen.

Die Lösung dieser Aufgabenstellung durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß in eine Bohrung des Maschinenelements mehrere Kraftmeßelemente in axialen Abstand von einander eingesetzt sind. Hierdurch ist es möglich, nach Einbringen nur einer Bohrung mehrere unterschiedliche Kräfte innerhalb eines Maschinenelements getrennt zu erfassen, wodurch sich der Vorteil ergibt den Prozeßverlauf an unterschiedlichen Stellen und damit mit unterschiedlichen Informationsinhalt zu überwachen, ohne daß der hierfür erforderliche konstruktive Aufwand gegenüber dem Einbringen eines einzigen Kraftmeßelements wesentlich erhöht wird.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist jedes Kraftmeßelement in einer seitlichen Aussparung einer zylindrischen Meßsonde angeordnet und durch zwei in axialer Richtung der Meßsonde gegeneinander verstellbare Keilelemente spielfrei in der Bohrung eingespannt. Diese erfindungsgemäße Ausbildung ergibt unter Verwendung einfacher und preiswert herstellbarer Bauteile die Möglichkeit, jedes einzelne Kraftmeßelement zuverlässig in der Bohrung zu verspannen, wobei die Abmessungen der Meßsonde wegen deren einfachen Aufbaus miniaturisiert werden können.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist jedes Kraftmeßelement zwischen der Wandung der Meßsonde und einem in axialer Richtung in der Aussparung festgelegten Keilelement durch das zweite Keilelement eingespannt, das innerhalb der Aussparung in axialer Richtung relativ zur Meßsonde verstellbar ist. Für den Antrieb der in axialer Richtung verstellbaren Keilelemente gibt es mehrere Möglichkeiten.

Bei der einen Ausführungsform der Erfindung ist jedes in axialer Richtung verstellbare Keilelement durch eine Madenschraube

antreibbar, die in einer axialen Gewindebohrung der Meßsonde angeordnet ist. Diese Ausgestaltung schafft die Möglichkeit, die Kraftmeßelemente einzeln festzulegen und ihnen gegebenenfalls eine unterschiedliche Vorspannung zu erteilen.

Obwohl die Möglichkeit besteht, die Meßsonde mit mehreren in Umfangsrichtung der Meßsonde zueinander versetzten Gewindebohrungen zu versehen, ergibt sich eine besonders einfache Ausgestaltung für die Meßsonde, wenn gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung die Madenschrauben sämtlicher Kraftmeßelemente in einer gemeinsamen Gewindebohrung angeordnet und jeweils mit einem durchgehenden Innensechskant ausgebildet sind. Bei dieser Ausführungsform ist es möglich, jede einzelne Madenschraube individuell zu verstellen, wenn ein mit einem Sechskantkopf versehener Schlüssel verwendet wird, der einen zylindrischen Schaft mit einem Durchmesser besitzt, der kleiner als der eingeschriebene Kreis der Innensechskante in den Madenschrauben ist. Ein derartiger Schlüssel kann mit seinem Sechskantkopf in den Innensechskant jeder der in axialem Abstand voneinander in der Meßsonde angeordneten Madenschrauben eingeschoben und gedreht werden, da der zylindrische Schaft des Schlüssels durch die in geringerer Tiefe der Bohrung liegenden Madenschrauben hindurchragt und eine Verdrehung des Schlüssels nicht behindert. Bei der alternativen Ausführungsform des Antriebs für die Keilelemente, ist jedes in axialer Richtung verstellbare Keilelement durch eine Feder belastet, die auf einer allen Kraftmeßelementen zugeordneten Schubstange angeordnet ist, welche in einer durchgehenden Axialbohrung in der Meßsonde axial verstellbar angeordnet und mit Anschlagringen für die Federn ausgestattet ist. Bei dieser Ausführungsform stützen sich die einzelnen Federn zwischen dem jeweiligen Anschlagring auf der Schubstange und dem zugehörigen Keilelement ab, so daß die in axialer Richtung verstellbaren Keilelemente durch die Federn in axialer Richtung belastet werden und über ihre Keilfläche eine radiale Verspannung der Kraftmeßelemente bewirken. Die Größe der Einspannkraft

und gegebenenfalls der zu erzeugenden Vorspannung hängt von der axialen Stellung der mit den Anschlagringen versehenen Schubstange ab. Sofern unterschiedliche Federn und/oder Keilwinkel für die einzelnen Kraftmeßelemente verwendet werden, ist trotz der Verwendung einer allen Kraftmeßelementen gemeinsamen Schubstange die Erzeugung unterschiedlicher Vorspannkräfte möglich.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung sind die verstellbaren Keilelemente mit einer Durchgangsbohrung für die Schubstange versehen, deren Durchmesser größer als der der Schubstange und kleiner als der Außendurchmesser der Anschlagringe ist. Durch diese Ausbildung dienen die Anschlagringe bei einer Auszugsbewegung der Schubstange zugleich als Löseglieder für die Keilelemente, so daß nicht nur die Erzeugung sondern auch die Aufhebung der Verspannung jedes Kraftmeßelements gemeinsam durch die Schubstange erfolgen.

Mit der Erfindung wird schließlich vorgeschlagen, die Meßsonde in der Bohrung des Maschinenelements durch zwei Keilringe festzulegen, die in einem erweiterten Teil der Bohrung angeordnet und in axialer Richtung der Meßsonde relativ zueinander verstellbar sind. Durch diese Art der Festlegung der Meßsonde am Maschinenelement entfällt die Notwendigkeit komplizierter Befestigungsvorrichtungen, da es ausreicht, die für die Kraftmeßelemente eingebrachte Bohrung auf einem kurzen Stück für die Keilringe zu erweitern, so daß insbesondere unerwünschte Schwächungen des Maschinenelements zwecks Festlegung der Meßsonde entfallen.

Auf der Zeichnung sind zwei Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, und zwar zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erste Ausführungsform,

Fig. 2 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie II-II in

Fig. 1,

Fig.3 einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform und

Fig.4 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie IV-IV in Fig.3.

In beiden Ausführungsbeispielen ist in ein hinsichtlich seines Spannungsverhaltens zu überwachendes Maschinenelement 1 eine Bohrung 1a eingebracht, die im Anfang einen erweiterten Teil 1b aufweist. In diese Bohrung 1a ist eine zylindrische Meßsonde 2 eingebracht, die bei den Ausführungsbeispielen einen außerhalb des Maschinenelements 1 liegenden Sondenkopf 2a aufweist; bei alternativen Ausführungen jedoch auch ohne einen derartigen Sondenkopf 2a ausgeführt sein kann.

Die Festlegung der Meßsonde 2 in der Bohrung 1a erfolgt durch zwei Keilringe 3 und 4, die innerhalb des erweiterten Teils 1b der Bohrung 1a angeordnet sind. Während sich der Keilring 3 mit seiner zylindrischen Außenfläche an der Innenwandung des erweiterten Teils 1b der Bohrung 1a abstützt, liegt der Keilring 4 mit seiner zylindrischen Innenfläche an der Mantelfläche der Meßsonde 2 an. Die sich mit ihren Keilflächen berührenden Keilringe 3 und 4 werden relativ zueinander durch Spannschrauben 5 verstellt, die bei den Ausführungsbeispielen mit ihrem Kopf am Sondenkopf 2a abgestützt sind und in Axialbohrungen des Keilringes 4 eingreifen. Ein Anziehen dieser Spannschrauben 5 bewirkt eine radiale Verspannung der Keilringe 3 und 4 gegeneinander und damit eine Festlegung der Meßsonde 2 in der Bohrung 1a. Um die Bohrung 1a gegen das Eindringen von Staub und Flüssigkeiten abzudichten, ist bei beiden Ausführungsbeispielen der Keilring 4 mit zwei Dichtringen 6 versehen.

Die Meßsonde 2 ist mit mehreren seitlichen Aussparungen 2b versehen, von denen in den Fig.1 und 3 jeweils nur zwei Aussparungen 2b dargestellt sind, weil die Meßsonde 2 ebenso wie die Bohrung 1a verkürzt dargestellt ist. In jeder Aussparung

2b befindet sich ein Kraftmeßelement 7, das beispielsweise als piezo-elektrischer Aufnehmer ausgebildet ist. Um diese Kraftmeßelemente 7 nach dem Einschieben der Meßsonde 2 in die Bohrung 1a spielfrei festlegen und verspannen zu können, sind je Kraftmeßelement 7 zwei in axialer Richtung der Meßsonde 2 gegeneinander verstellbare Keilelemente 8 und 9 vorgesehen, die sich ebenfalls innerhalb der Aussparung 2b in der Meßsonde 2 befinden. Während die Keilelemente 8 in axialer Richtung unverschiebbar innerhalb der Aussparung 2b in der Meßsonde 2 angeordnet sind und mit ihrer Außenfläche am jeweiligen Kraftmeßelement 7 anliegen, sind die Keilelemente 9 in axialer Richtung der Meßsonde 2 verstellbar. Hinsichtlich der Art des Antriebes für die Verstellung der Keilelemente 9 unterscheiden sich die beiden Ausführungsbeispiele.

Bei der Ausführungsform nach den Fig. 1 und 2 ist jedem Keilelement 9 eine Madenschraube 10 zugeordnet, die mit ihrer vorderen Stirnfläche an dem verstellbaren Keilelement 9 anliegt. Beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 befinden sich sämtliche Madenschrauben 10 in einer gemeinsamen Gewindebohrung 2c in der Meßsonde 2. Um die Madenschrauben 10 einzeln verstellen zu können, besitzen sie eine durchgehende Ausnehmung in der Art eines Innensechskants 10a.

Durch einen mit einem Sechskantkopf versehenen Schlüssel können die mit der Meßsonde 2 in die Bohrung 1a eingebrachten Madenschrauben 10 einzeln verstellt werden, um die Kraftmeßelemente 7 in radialer Richtung mit Hilfe der Keilelemente 8 und 9 zu verspannen. Der Schlüssel ist mit einem zylindrischen Schaft versehen, dessen Schaftdurchmesser kleiner als der eingeschriebene Kreis des Innensechskants 10a und damit des Schlüsselkopfes ist. Auf diese Weise kann der Schlüsselkopf in den Innensechskant 10a jeder beliebigen Madenschraube 10 eingeführt und ohne Behinderung der weniger tief in der Bohrung 1a liegenden Madenschrauben 10 gedreht werden, so daß eine voneinander

unabhängige Festlegung der Kraftmeßelemente 7 in der Bohrung 1a möglich ist.

Bei der zweiten Ausführungsform nach den Fig.3 und 4 ist jedes in axialer Richtung verstellbare Keilelement 9 durch eine Feder 11 belastet, die als Wendelfeder ausgebildet und auf einer Schubstange 12 angeordnet ist. Diese Schubstange 12 befindet sich in einer durchgehenden Axialbohrung 2d der Meßsonde 2 und trägt die Federn 11 sämtlicher Kraftmeßelemente 7.

Jede Feder 11 liegt mit einem Ende an einem Keilelement 9 und mit dem anderen Ende an einem Anschlagring 12a an, der auf der Schubstange 12 befestigt ist. Auf diese Weise ist es möglich, über die Keilelemente 9 sämtliche Kraftmeßelemente 7 durch eine Axialbewegung der Schubstange 12 gleichzeitig in radialer Richtung in der Bohrung 1a zu verspannen, wobei es durch die Wahl unterschiedlicher Federn 11 und/oder unterschiedlicher Keilwinkel zwischen den Keilelementen 8 und 9 möglich ist, trotz der gemeinsamen Verspannung durch die Schubstange 12 unterschiedliche Vorspannungen auf die Kraftmeßelemente 7 aufzubringen.

Um die verspannten Keilelemente 8 und 9 zwecks Herausnehmen der Meßsonde 2 zu lösen, ist der Durchmesser der in den Keilelementen 9 vorgesehenen Durchgangsbohrungen 9a zwar größer als der Außendurchmesser der Schubstange 12, jedoch kleiner als der Außendurchmesser der Anschlagringe 12a. Hierdurch ist es möglich, bei einer Auszugsbewegung der Schubstange 12 über deren Anschlagringe 12a die verspannten Keilelemente 8 und 9 zu lösen, so daß anschließend die Meßsonde 2 aus der Bohrung 1a herausgenommen werden kann. Zu diesem Zweck ist die Schubstange 12 auch an ihrem innenliegenden Ende mit einem Anschlagring 12a versehen.

Mit den in axialem Abstand voneinander angeordneten Kraftmeßelementen 7 ist es möglich, die Spannungsverhältnisse im Maschi-

01 00 00

3407618

-21-

13.

nenelement 1 in unterschiedlichen Tiefen festzustellen, so daß sehr detaillierte Informationen gewonnen werden können. Die von den Kraftmeßelementen 7 aufgenommenen Werte werden durch Signalleitungen 13, die in geeigneten Kanälen in der Meßsonde 2 verlegt sind, nach außen weitergeleitet. Zur Abnahme dieser Signale ist bei beiden Ausführungsbeispielen der Sondenkopf 2a mit einer seitlichen Gewindebohrung 2e für einen auf der Zeichnung nicht dargestellten Buchsenanschluß versehen.

~~-12-~~

- 14 -

Bezugsziffernliste:

- 1 Maschinenelement
- 1a Bohrung
- 1b Erweiterter Teil
- 2 Meßsonde
- 2a Sondenkopf
- 2b Aussparung
- 2c Gewindebohrung
- 2d Axialbohrung
- 2e Gewindebohrung
- 3 Keilring
- 4 Keilring
- 5 Spannschraube
- 6 Dichtring
- 7 Kraftmeßelement
- 8 Keilelement
- 9 Keilelement
- 9a Durchgangsbohrung
- 10 Madenschraube
- 10a Innensechskant
- 11 Feder
- 12 Schubstange
- 12a Anschlagring
- 13 Signalleitung

Nummer:
 Int. Cl.³:
 Anmeldetag:
 Offenlegungstag:

34 07 618
 G 01 M 13/00
 1. März 1984
 12. September 1985

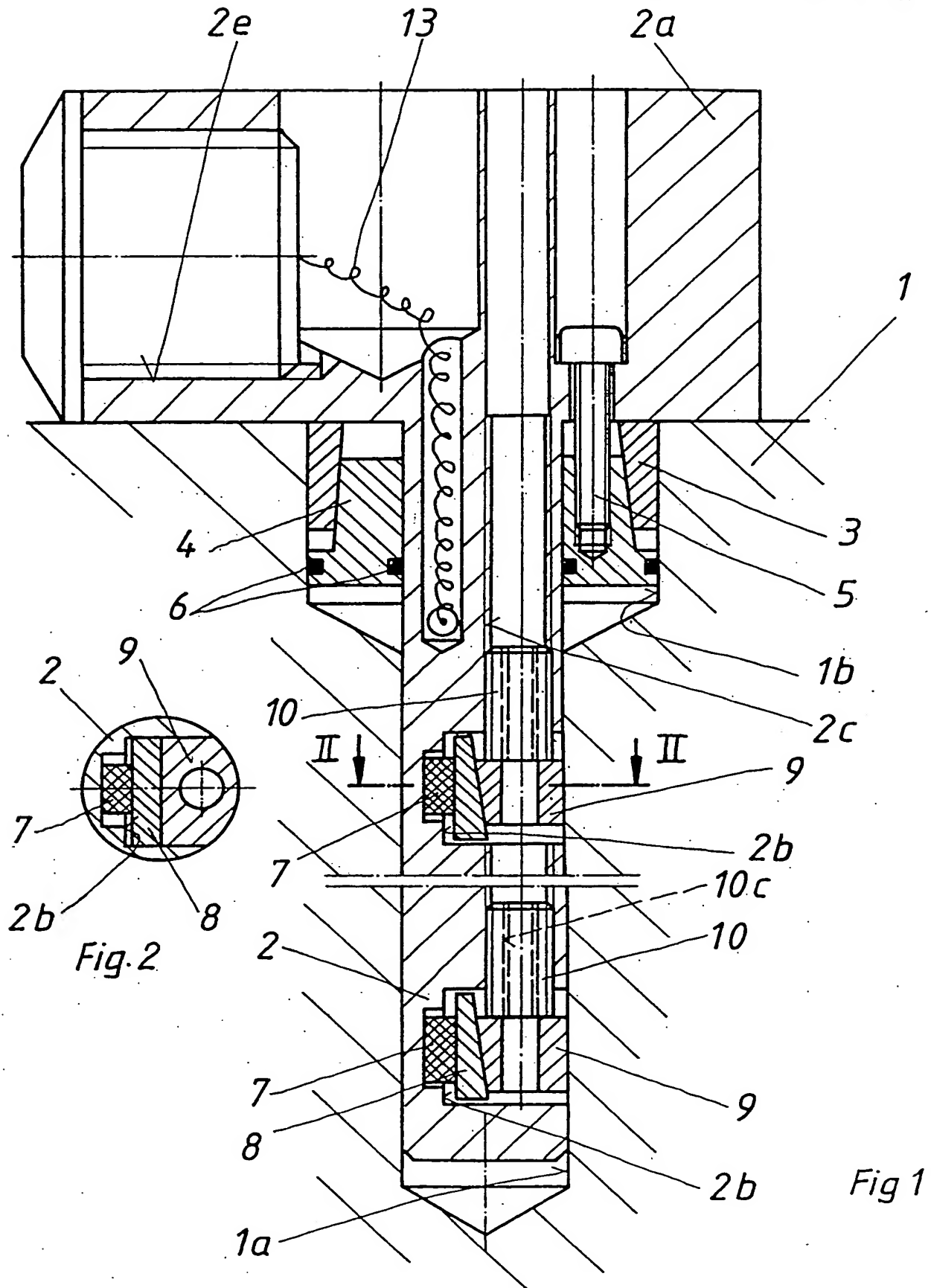


Fig. 2

Fig 1

CONCLUSIONS

- 16 -

